

蒲生干潟の水理

東北大学工学部 正員 岩崎敏夫

東北大学大学院 学生員 ○江塚利幸

東北大学工学部 学生員 清水保

1. まえがき

蒲生干潟は、七北田川河口、仙台港の南に位置する全長約1 kmの小さな干潟である。今後仙台港を開港していく上で、自然保護の立場から干潟の保全が主張されている。^(文献1,2) このため、干潟の水理を解明する必要があるが、今回は、干潟内の塩分濃度変化の予測を目的として蒲生干潟のモデル化を試みた。

2. 蒲生干潟のモデル化

蒲生干潟は、図-1に示すように、導流堤に設けられた2本のヒューム管により水の出入が行なわれ、他端は閉じている。従って、干潟内は潮汐周期で流入、流出を繰り返している。

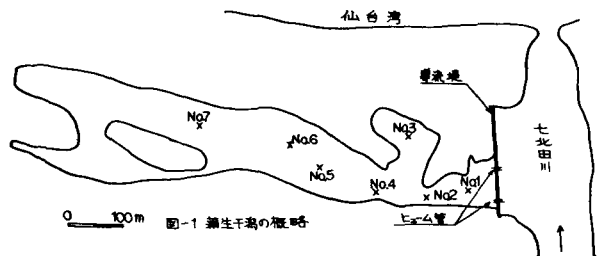


図-1 蒲生干潟の概略

これまでの実測調査から次のことが言える。

(1) 干潟内は、ほぼ全面同時に水位が変化する。(図-2参照)

(2) 強混合型の混合型式であり、上げ潮時には、フロントが移動するような形で塩水が侵入し(図-3参照)、下げ潮時には混合しながら流出する。^(文献1,2)

以上のことから次のようなモデルを考えた。

干潟内を図-4のようにNケのセルに分割する。上げ潮時には、(i-1)番目セルからの流入量 Q_{i-1} のうち $\alpha_i \times Q_{i-1}$ (α_i :混合率)が混合して(i+1)番目セルに流出するが、 ΔT 後には Q_{i-1} は V_i と完全に混合して、i番目セルの濃度は C_i から C_i' になると考える。下げ潮時は完全混合とする。

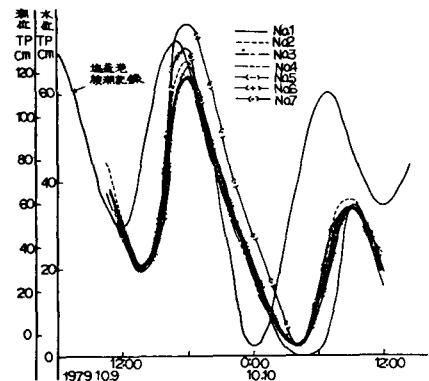


図-2 水位変化

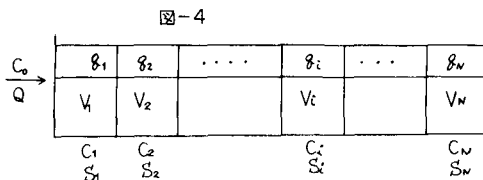


図-4

C_0 : 流入水濃度 C_i : 流入前濃度 C_i' : 流入後(ΔT 後)濃度
 S_i : 水表面積 V_i : 流入前体積 ΔT : 計算時間間隔
 Q : ΔT 時間流入量 ($Q = \sum_{i=1}^N Q_{i-1}$)

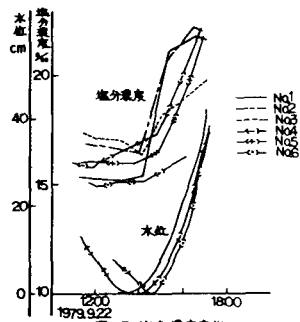


図-3 塩分濃度変化

水位変化率 dh/dt を与えれば、 ΔT 時間流入量 Q 、 S_i は、次式で与えられる。

$$Q = dh/dt \times S \times \Delta T$$

$$S_i = dh/dt \times S_i \times \Delta T$$

i 番目セルの物質収支から

(上げ潮時)

$$\Delta_i' = \frac{\Delta_{i-1}'(Q - \sum_{a=1}^{i-1} \beta_a) \times \alpha_i + C_i V_i}{(Q - \sum_{a=1}^{i-1} \beta_a) \times \alpha_i + V_i}$$

$$C_i' = \frac{\Delta_{i-1}'(Q - \sum_{a=1}^{i-1} \beta_a) + C_i V_i - \Delta_i'(Q - \sum_{a=1}^{i-1} \beta_a)}{V_i + \beta_i}$$

(下げ潮時)

$$C_i'' = \frac{C_i V_i + C_{i+1}'(Q - \sum_{a=i+1}^n \beta_a)}{Q - \sum_{a=i+1}^n \beta_a + V_i}$$

以上により, Q - t 曲線, C_i , C_i' , β_i ,

V_i , α_i を与えて, 塩分濃度変化が計算できる。

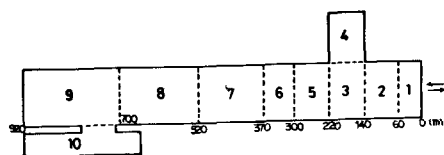


図-5 蒲生干潟のモデル化

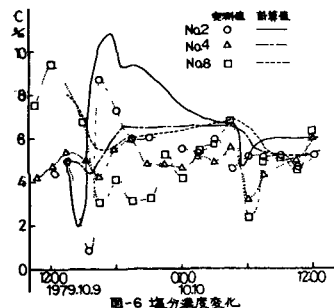


図-6 塩分濃度変化

3. 計算結果

蒲生干潟を図-5のように10ケのセルに分割して計算を行なった。図-6に実測値との比較を示す。なお、実測日は、洪水後で異常潮位という状況であった。

典型的と考えられる水位変化, 初期濃度, 流入濃度を設定して計算したものが, 図-7, 図-8である。図-7は干潟内塩分濃度の経時変化, 図-8は3ケースについての経日変化を表わしている。実際の濃度変化は複雑であるが, このようなパターンが繰り返されていると考えられる。混合率は, $\alpha_1=0.8$, $\alpha_2=0.7$, $\alpha_3=0.05$, $\alpha_4=0.8$, $\alpha_5=0.7$, $\alpha_6=0.6$, $\alpha_7=0.1$, $\alpha_8=0.0$, $\alpha_9=0.0$ とした。

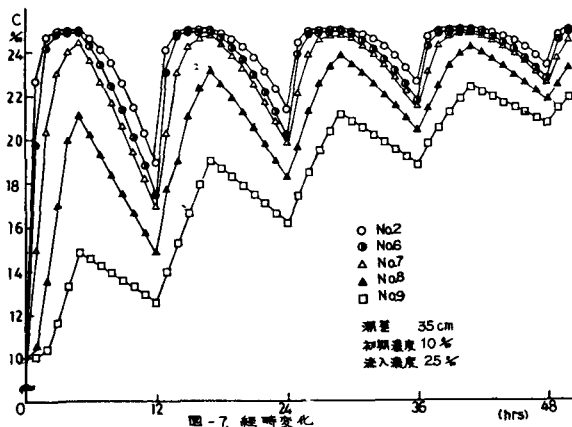


図-7 経時変化

4 あとがき

本モデルにより, 干潟内塩分濃度変化の予測が可能と思われるが, 各セルの大きさ, 混合率, 計算時間間隔の水理学的根拠があいまいであり, 今後検討が必要である。また, 実測調査が不十分で, 塩水混合機構, 流入塩分濃度変化を知るために, 今後さらに実測, 検討が必要である。最後に, 実測調査にあたり, 東北大学技官佐藤弘氏, 佐藤栄司氏, 海岸水理研究室各氏の協力を得たことを記して謝意を表します。

<文節>

(1) 仙台港周辺環境調査報告書, 運輸省第二港湾建設局,

昭和54年3月

(2) 栗原康: 海岸域における生物浄化機能と環境, 1979年度水工学夏季研修会Bコース

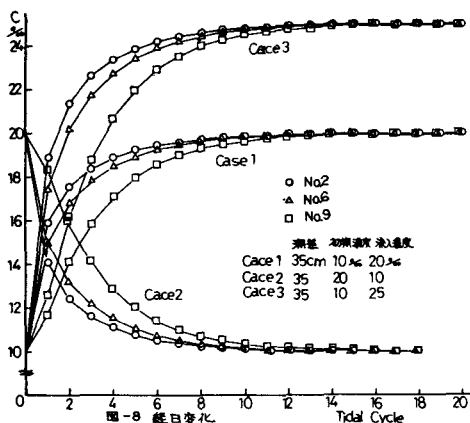


図-8 経日変化

い。図-4、図-5は、断面平均流速と流量の測定例で図-4で断面2の平均流速は膨潮時最大0.55 m/s 、落潮時最大0.35 m/s 、また流量はそれぞれ12.5 m^3/s 、3.5 m^3/s であるが流入に比べて流出が長期間に及ぶため、流入量よりも流出量が約9,300 m^3 多い。断面5(図-5)では断面幅が大きくなるため、平均流速のオーダーは膨潮時0.06 m/s 、落潮時0.04 m/s である。

図-6, 7, 8は各断面の中央表層および底層での塩分の時間変化である。8月9日0時から3時にかけての干潟への流入時について図6より干潟外では上層17%、下層27%で成層しており、潮汐が大きいため前日より大きい塩分が到達している。図7より断面3では干潟外の塩分の上下層の中間値24%で完全に混合して流入する。図8より断面9では膨落により常に成層していること、干潟入口の断面3で流入が生じている時間には、いったん上下層とも塩分かわずか低下し(3時)、その後上昇を開始するが、最大値は下層で17%であり流入塩分より低いこと、またピークに達する時間は断面3に比べ(3時)5時間程度で、この時はすでに断面3で最高の流出になっていることがわかる。以上の現象は次のように推測される。塩分の一時低下は、流入時入口から断面5位までの間でまず水の壁が吹き、それより奥の水全体を奥へ押しやる。このとき図9~11からわかるように養魚場からの排水淡水で上層はうすまっているため全体にうすまる。また下層も上層との混合が起り、奥部へ押しやられるため塩分が低下することに起因すると考えられる。また、その後の塩分の増加は入口付近と奥との水塊の間の塩分差にもとづく密度流が奥へ向って流れ、断面3付近が狭帯になっているため断面3で流出が始っても奥では奥へ向う流れが上層、下層ともに起りうるのではないと思われる。このようにして、前回より大きな塩分の流入がくりかえされると干潟内の塩分は次第に高まり一定値に近づいていく。図-13は一次元非定常塩分散方程式より分散係数 D と断面2と3、および断面5と7の中間地点で求めたものである。断面2と3の間では膨落時に相異が大きいが、奥部の断面5と7の間では時間的な変化はあまりみられない。これらの値は河口における他の報告とオーダーは一致しているが計算法によりバラツキがあり検討が必要である。

4. おわりに 以上蒲生干潟内の水の運動と塩分交換の現象は単純なものではないことがわかった。今後さらに解明をしようと思っている。

本研究は環境科学特別研究⁽¹⁾ 仙台湾海岸域における環境機能とその保全に関する研究(代表者 東北大学教授 栗原康)の一部補助を受けた。また観測の準備、測定、資料整理に熱心に協力された東北学院大学職員、高橋完氏、学生、笠原政幸、大内隆山田一幸、小磯日夫、伊藤勝義、山田光哉、若生康弘、吉田靖宏、松澤良輔、松田賢二、鹿野真也の諸君に感謝します。

(参考文献) 1) 仙台湾建設局企画課：仙台湾周辺環境調査報告 昭和53年3月 2) 渡辺鏡：蒲生干潟内外の潮汐と海水流動並びに干潟環境の改善に関する考察 3) 花輪公雄、菊地栄祐、栗原康：蒲生干潟における塩分分布と海水交換 4) R. Wollast, Modelling of Biological and Chemical Processes in the Scheldt Estuary, Hydrodynamics of Estuaries and Fjords, 1978

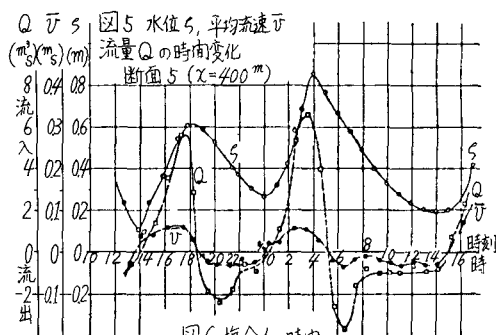


図5 水位 S 、平均流速 U 、流量 Q の時間変化
断面5 ($x=400\text{m}$)

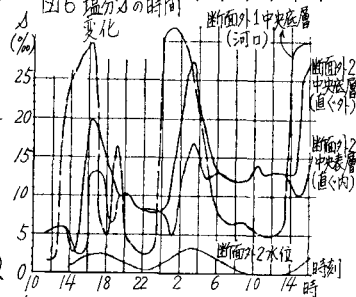


図6 塩分の時間変化
断面外1中央表層(河口)

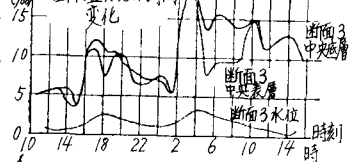


図7 塩分の時間変化
断面3中央表層

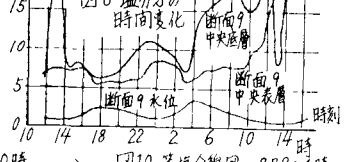


図8 塩分の時間変化
断面9中央表層

図9 等塩分線図 8月9日0時

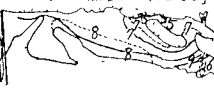


図10 等塩分線図 8月9日3時

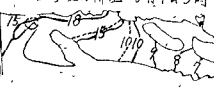


図11 等塩分線図 8月9日3時

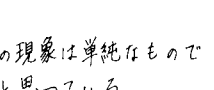


図12 等塩分線図 8月9日8時

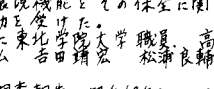


図13 分散係数D

